

地形改変の進んだ丘陵地における浅部地盤モデルの構築 (その3) 地震観測記録に基づく表層地盤の震動特性の検討

正会員 ○木村憲司*1 同 鈴木章弘*2
同 高橋広人*3 同 福和伸夫*4
同 飛田 潤*5 同 平埴義正*6

表層地盤 地震観測記録 増幅特性
微動アレイ探査 地形効果

1. はじめに

名古屋大学東山キャンパス内には、図 1 に示すように 15 地点に地震計が設置されており、数多くの記録を蓄積してきた¹⁾²⁾。本論では、地震観測記録を用いて(その 2)で推定した地震観測地点近傍における S 波速度構造と地盤増幅度に関して考察するとともに、地盤条件と地盤震動特性の関係について検討する。



図 1 1/10000 地形図に基づく造成前(1936 年)の地形

2. キャンパス内表層地盤 S 波速度構造の同定

図 1 の地点⑫は PS 検層により深さ約 50m に $V_s=500\text{m/s}$ 以上の工学的基盤を確認しており、地表と深さ 50m に地震計が設置されている。そこで地点⑫の工学的基盤における地震観測記録を基準として各観測地点における地表記録とのスペクトル比振幅(以下、観測スペクトル比)を求めた。また、(その 2)に示した微動アレイ探査から求めた各地点の近傍の S 波速度構造を用いて、1 次元重複反射理論によって工学的基盤に対する伝達関数(以下、伝達関数)を求めた。図 2 に両者を比較して示す。

伝達関数と観測値を比較すると、5Hz 以下の両者の対応は極めて良く、観測スペクトル比に全地点共通して見られる 1.5Hz、4.0Hz 付近のピークが伝達関数にも確認でき、微動アレイ探査から得られる工学的基盤以浅の S 波速度構造が妥当なものと考えられる。

5Hz 以上の高周波数領域においても、概ね伝達関数と観測スペクトル比のピーク周波数は対応がよいが、地点によって対応度は異なる。伝達関数と観測スペクトル比のピーク周波数の対応が良い地点は、地震観測地点と微動

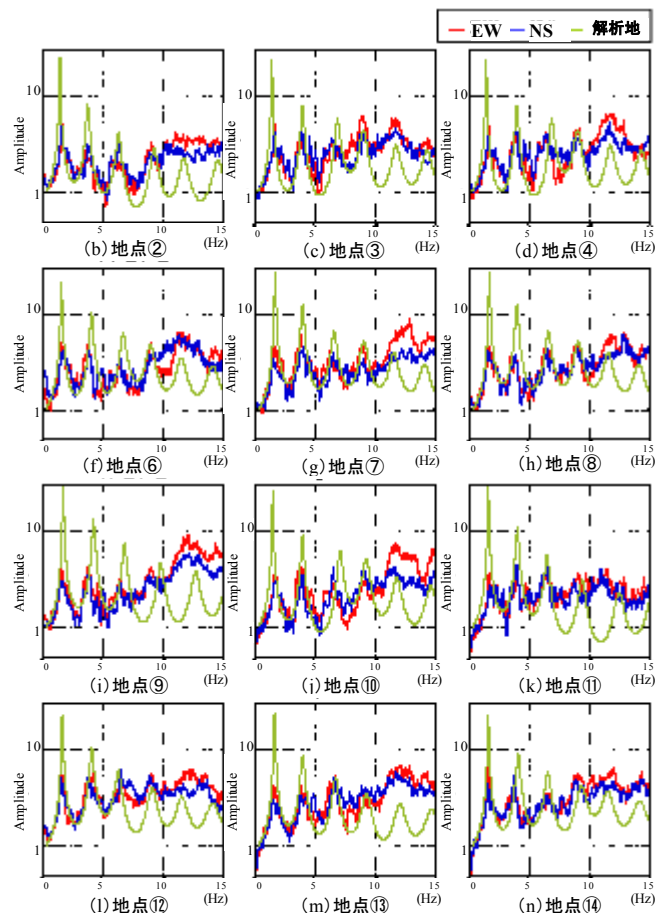


図2 工学的基盤との伝達関数

アレイを展開した位置がごく近傍であった地点②、地点⑫及び地点⑭や、地震観測地点と微動アレイ探査地点の距離は多少離れているが、どちらの地点も明確に盛土地盤になっている地点⑬である。一方で、伝達関数と観測スペクトル比の対応がよい地点としては、地震観測地点と微動アレイ探査地点が距離的に離れていた地点、そして観測点付近で切土・盛土分布が平面的に変化している地点⑨、地点⑪が挙げられ、今後ごく浅部の S 波速度構造のチューニングの必要があることが分かる。

3. 局所的な地形効果の影響に関する考察

地震観測記録に 0~5Hz、5~10Hz、10~15Hz のバンド

パスフィルターを施し、地点⑫の工学的基盤に対する各観測地点の地表の最大加速度比を振動数帯域別に求めた。図3にEW方向とNS方向で最大加速度比を比較して示す。ここでは、原地形が尾根上の地点として地点①を、谷の地点として地点⑨及び地点⑫を示した。図中の各点は一つの地震記録を示す。

図3の0~5Hzに着目すると、EWとNSの加速度比は概ね一致しており方向性はあまり見られない。5~10Hzの周波数領域に着目してみても、概ね均等に分布している。しかし、10~15Hzでは、顕著に方向性が現れている。つまり、尾根上に位置する地点①ではNS方向の増幅が大きく、逆に地点⑨及び地点⑫ではEW方向の増幅が大きい。

図4に、2002年4月11日に観測された愛知県西部地震(M4.3)の記録に、上記3種類のバンドパスフィルターをかけ、それぞれの観測地点での水平面内の加速度オービットを求めた結果を示す。0~5Hz、5~10Hzに着目すると、概ね等方的であり、ゆれの方向性は確認できないが、10~15Hzのオービットでは各観測点において、明確なゆれの方向性が確認できる。

各観測点の10~15Hzのオービットを図1の造成前の地形と照らし合わせてみると、各地点でのオービットの強軸方向は、地点①では尾根筋に対して直交方向に、地点⑨及び地点⑫では谷筋に対して平行方向と一致している。谷筋に沿って盛土のような軟弱な地盤が分布していることを考慮すれば、地点⑨及び地点⑫のオービットの傾きは、軟弱な地盤が続く抵抗の少ない方向の振動が増幅された結果であると考えられる。盛土のせん断波速度が約200m/sで、厚さが約4mであると仮定すると1/4波長則で計算される周波数は約12Hzであり、10~15Hzで増幅する周波数成分と一致する。このことから、盛土によるごく表層の不整形性が、水平2方向の伝達特性に影響を与えた結果であると考えられる。尾根地形も同様に、拘束の少ない尾根筋の直交方向にゆれが卓越したものと考えられる。

4. まとめ

微動アレイ探査で得られたS波速度構造を強震観測記録に基づいて検討ることにより、地形改変の進んだ丘陵地の表層地盤構造を微動アレイ探査によりある程度評価できることを示した。また、局所的な地形条件が表層地盤の地震動の卓越する方向性に影響を及ぼしていることを示した。

参考文献

- 1) 昇佐智夫・李天放・飛田潤・福和伸夫: 地震記録に基づく名古屋大学東山キャンパス内の表層地盤震動特性, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造B-2, p.227,1999
- 2) 昇佐智夫・飛田潤・福和伸夫: 局所的な地形条件が表層地盤の震動特性に及ぼす影響—名古屋大学東山キャンパス内の高密度強震観測に基づく検討—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造B-2, p.795,2001.

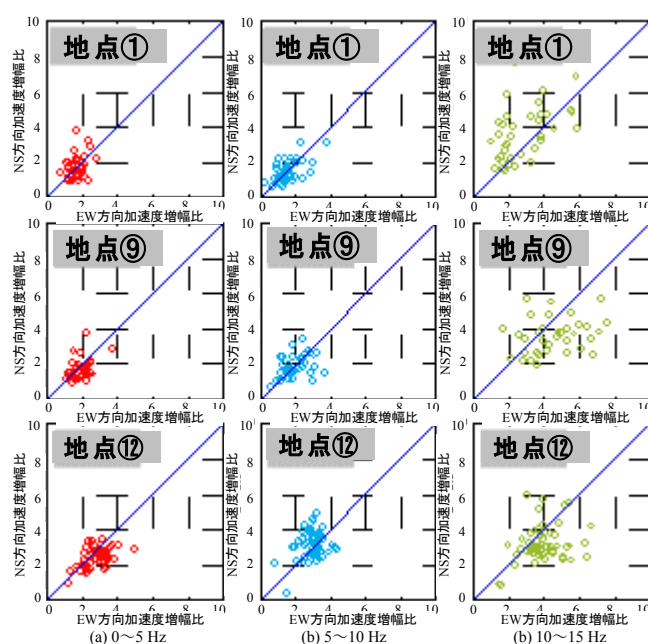


図3 工学的基盤に対する地表の最大加速度比

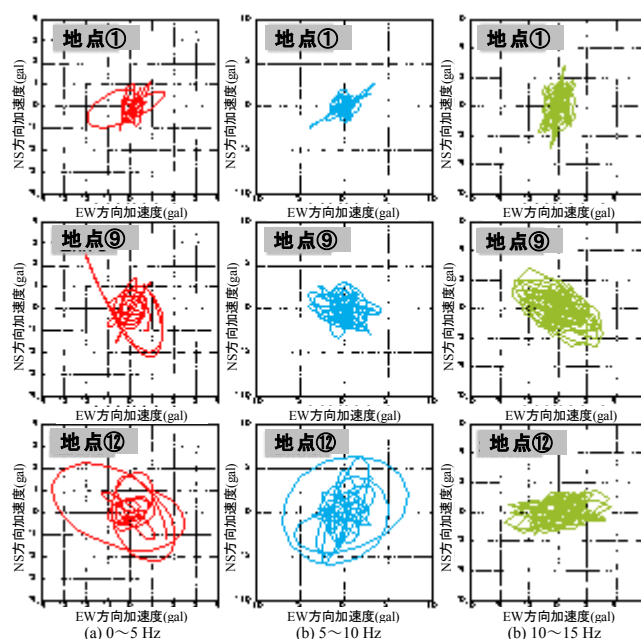


図4 水平面内加速度オービット

*1 東邦ガス株式会社・環境修
 *2 名古屋大学大学院環境学研究科・大学院生
 *3 名古屋大学大学院環境学研究科・大学院生・修士
 *4 名古屋大学大学院環境学研究科・教授・工博
 *5 名古屋大学大学院環境学研究科・助教授・工博
 *6 名古屋大学工学部社会環境工学科・技官

*1 Toho gas Corporation, M.Env.
 *2 Graduate Student, Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ.
 *3 Graduate Student, Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., M.
 *4 Prof., Graduate, School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.
 *5 Assoc. Prof., Graduate, School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.
 *6 Technical official, School of Engineering, Nagoya Univ.